

Warmwaterbehandeling van tulpen 2012

Voortgezet onderzoek (3^e jaar) naar temperatuurtolerantie van bollen en doding van tulpenstengelaaltjes in tulpen i.v.m. de mogelijke toepassing van warmwaterbehandeling tegen stengelaaltjes in tulp.

Martin van Dam

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV
Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit
PPO 32 361399 00/ PT 14441
Oktober 2012

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Praktijkonderzoek Plant & Omgeving / Plant Research International, Business Unit Bomen, Bollen & Fruit.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

**De bloembollensector
investeert in deze
activiteit via het**



PPO Projectnr. 32 361399 00
PT projectnr. 14441

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Bomen, Bollen & Fruit

Adres : Prof. Van Slogterenweg 2, Lisse

: Postbus 85, 2160 AB Lisse

Tel. : 0252 - 462121

Fax : 0252 - 462100

E-mail : info.bollen@wur.nl

Internet : www.ppo.wur.nl

Inhoudsopgave

pagina

SAMENVATTING.....	5
1 INLEIDING	7
2 WARMTETOLERANTIE VAN TULPEN IN WARMWATERBEHANDELING.....	9
2.1 Materiaal en methode.....	9
2.2 Resultaten	11
2.2.1 Oscar, basisproef	11
2.2.2 Oscar en Bellona, 46, 47 en 48°C	12
2.2.3 Na-temperatuur.....	13
2.3 Conclusies en discussie	14
3 AALTJESDODING DOOR MIDDEL VAN WARMWATERBEHANDELING IN TULPEN	15
3.1 Materiaal en methode.....	15
3.2 Resultaat.....	16
3.3 Conclusie en discussie	16
4 AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK	17
4.1 Temperatuurtolerantie.....	17
4.2 Aaltjesdoding.....	17
5 LITERATUUR.....	19

Samenvatting

In de tulpen teelt is al weer een aantal jaren sprake van partijen met aantasting door tulpenstengelaaltje. In relatie tot de het totale areaal is de omvang nog beperkt. Voor de betrokken bedrijven is er echter sprake van aanzienlijke financiële schade. Partijen moeten worden vernietigd, er geldt een teeltverbod op de betrokken percelen en er moet veel tijd worden gestoken in het nalopen van belendende partijen tulpen. Er is daarom een sterke vraag naar een oplossing om van het probleem af te komen. Warmwaterbehandeling lijkt daarvoor de aangewezen methode.

In 2009 is PPO gestart met een temperatuurscreeningsproef met tulpen. Hieruit blijkt dat het 'koken' van tulpen tot de mogelijkheden behoort. De eerste resultaten hebben aangetoond dat tulpen een warmwaterbehandeling van 4 uur 47°C goed kunnen doorstaan mits daaraan vooraf een voldoende hoge voortemperatuur werd gegeven.

Tot nu toe was de hoogst geteste voorwarmte 33°C en de hoogste temperatuur van warmwaterbehandeling 47°C. In het afgelopen jaar (2011/2012) werden combinaties met voortemperaturen tussen tot 38°C en warmwaterbehandelingen van 4 uur 46, 47 en 48°C onderzocht in twee gezonde partijen tulpen. De bollen werden geteeld in het seizoen 2011 – 2012 en de opbrengst werd bepaald. Net als in voorgaande jaren bleek een warmwaterbehandeling bij hogere temperaturen opbrengstverlies te geven maar werd de opbrengst weer gunstig beïnvloed als de voorwarmte daarbij ook hoger was. Nu was er ook bij 48°C gekookt. Deze temperatuur lijkt toch wel het maximum te zijn voor tulpen. Dat blijkt echter cultivarafhankelijk te zijn. Er waren twee cultivars getest, waarbij Oscar veel beter bestand bleek tegen warmwaterbehandeling dan Bellona. Dit was aanleiding om een vervolg te starten met meer cultivars. Hiervan zullen de resultaten in 2013 bekend worden.

Ook werd de doding van stengelaaltjes onderzocht in een aangetaste partij bij kooktemperaturen van 47 en 48°C. Na bewaring werd de overleving van de aaltjes in de bollen vastgesteld. Het bleek dat de aaltjes voor 100% waren gedood bij zowel 4 uur 47 als 4 uur 48°. Ook dit werk wordt voortgezet. Hiervoor worden zieke bollen van meerdere herkomsten gebruikt.

1 Inleiding

Stengelaaltjes vormen een quarantaineziekte in bloembolgewassen zoals tulp, narcis, hyacint, (sier)ui en diverse bijzondere bolgewassen. Het aantreffen van aantasting door stengelaaltjes in een partij bollen heeft grote financiële gevolgen. Voor de betreffende percelen geldt een teeltverbod voor waardplantgewassen voor minimaal 6 jaar. Daarbij is men verplicht op degelijke wijze een grondontsmetting of inundatie uit te voeren. Bij tulpen moet de besmet verklaarde partij worden vernietigd en moeten de belendende percelen door de keuringsdienst (BKD) worden nagelopen. Voor de vernietigde partij ontvangt de eigenaar een vergoeding van maximaal 50% van de marktwaarde. Daarbij komen nog de kosten voor aanschaf van nieuw uitgangsmateriaal.

Om problemen met aaltjes in bolgewassen en vaste planten te voorkomen wordt vaak een warmwaterbehandeling (WWB) gegeven; het zogenaamde 'koken'. Daarbij wordt het gewas gedurende enkele uren verhit in warm water bij temperaturen tussen 41 en 47°C. De temperatuur en duur van de warmwaterbehandeling verschillen per gewas en per aaltjessoort. Om de effectiviteit op de aaltjesdoding te vergroten en tegelijk de bol of vaste plant te behoeden voor schade worden voorafgaand aan de WWB inleidende behandelingen gegeven zoals voorwarmte en voorweken.

Bij tulpen wordt in de praktijk tot nu toe geen warmwaterbehandeling gegeven ter bestrijding van tulpenstengelaaltjes. Wel worden hardschalige tulpen d.m.v. koken behandeld tegen het krokusknolaaltje (*Aphelenchoides subtenuis*) en het destructoraaltje (*Ditylenchus destructor*). Dit gebeurt bij temperaturen tot 43,5°C. De algemene mening is dat tulpenbollen geen hogere temperaturen dan 45°C kunnen doorstaan. Bij die temperatuur worden tulpenstengelaaltjes niet gedood.

In 2009 is PPO gestart met een temperatuurscreeningsproef met tulpen. Nu na 2 onderzoekjaren is komen vast te staan dat tulpen wel degelijk een warmwaterbehandeling van 47°C kunnen doorstaan. De cruciale factor blijkt een hogere voorwarmte te zijn. In bolgewassen wordt altijd voorbehandeld bij temperaturen tot 30°C. Bij hogere voortemperaturen (33°C) blijken tulpenbollen echter ook hogere warmwaterbehandeling temperaturen makkelijker te kunnen doorstaan. De resultaten doen zelfs vermoeden dat er nog meer mogelijk is: nog hogere voor- en kooktemperaturen.

Er werden in het onderzoek ook met stengelaaltjes besmette bollen behandeld. Bij een warmwaterbehandeling van 45, 46 en 47°C bleek het aantal aaltjes zeer sterk te kunnen worden teruggebracht. Volledige doding werd in deze kleine proef echter niet bereikt en dat is wel het uiteindelijke doel.

Het voorliggende rapport geeft verslag van het voortgezette onderzoek in het teeltjaar 2011/2012. Hierin werden voorbehandelingstemperaturen van 30° tot 38°C en kooktemperaturen van 46 tot en met 48°C vergeleken. Dit werd gedaan met 2 partijen gezonde tulpen (cultivars Oscar en Bellona). De bollen werden een seizoen geteeld waarna de opbrengst werd bepaald. Het verslag daarvan staat in hoofdstuk 2.

Ook werd de doding van stengelaaltjes onderzocht in een aangetaste partij bij de kooktemperaturen van 47 en 48°C. Hiervan werd de overleving van de aaltjes in de bollen vastgesteld na tot na bewaring.

In hoofdstuk 3 treft u het resultaat aan van dit deel van het onderzoek.

2 Warmtetolerantie van tulpen in warmwaterbehandeling

2.1 Materiaal en methode

Werkwijze algemeen

Bij de warmwaterbehandeling van tulpen wordt in het onderzoek de volgende standaard werkwijze gehanteerd:

- ❖ De bollen worden gerooid op het moment dat ze net beginnen te kleuren;
- ❖ De bollen worden 1 dag gedroogd bij ongeveer 25°C;
- ❖ Direct aansluitend wordt de voorwarmte gegeven.
- ❖ Na de 7^e dag voorwarmte volgt 24 uur voorweken.
De bollen worden daartoe 4 uur ondergedompeld in water, waarna ze druiplnat worden ingepakt in plastic en weer gedurende 20 uur in de cel worden geplaatst bij de temperatuur waar ze in de voorgaande week hebben gestaan.
- ❖ Aansluitend op het voorweken krijgen de bollen de warmwaterbehandeling.
- ❖ Na de warmwaterbehandeling (ook wel 'koken' genoemd) worden de bollen snel gedroogd en teruggeplaatst bij 20°C.

Werkwijze 2011/2012.

Het onderzoek in dit 3^e proefjaar werd uitgevoerd met tulpenbollen van gezonde partijen Oscar en Bellona. Hiervan werden bollen op 3 tijdstippen gerooid, omdat de indruk bestond dat iets rauw (wit) gerooidde bollen beter bestand zouden zijn tegen warmwaterbehandeling. Het normale tijdstip van tulpen rooien is als de nerven van de nieuwe bolhuid minder ribbelig aanvoelen en de huid net begint te kleuren. De vroeg gerooidde bollen werden ca. 1 week hiervoor gerooid. Voor de beide cultivars was dit op 29 juni. De normale rooidatum viel op 6 juli en de laat gerooidde bollen gingen 10 juli de grond uit. De bollen werden gezeefd en gedroogd en vervolgens (binnen 2 dagen na rooien) bij de voortemperatuur geplaatst. Na 1 week voorwarmte werden de bollen 1 dag voorgeweekt (zie algemene werkwijze) en tenslotte werd de warmwaterbehandeling uitgevoerd. De uitgevoerde behandelingen in dit seizoen zijn te vinden in tabel 1.

De variabelen hierin zijn:

- ❖ Cultivar: Oscar en Bellona
- ❖ Rooidatum: vroeg, normaal en laat (zie voorgaande alinea).
- ❖ Voorbehandeling: deze vond plaats bij 30, 33, 36 en 38°C.
- ❖ Temperatuur van de warmwaterbehandeling: 4 uur koken bij 46, 47 en 48°C
- ❖ Na-warmte: enkele behandelingen werden na het koken nog 1 dag bij 30°C bewaard voordat ze weer bij 20°C werden bewaard.

De behandelingen werden uitgevoerd in 2 herhalingen van 60 clusters (hoofdbollen met aanwezige dochterbollen) waaraan een hoeveelheid extra plantgoed werd toegevoegd. Deze bollen werden na de warmwaterbehandeling en bewaring weer verdeeld in leverbare maten en plantgoed (maat 7 tot 10). In het najaar werden zodoende per behandeling 2 herhalingen leverbaar en 2 herhalingen plantgoed geplant op 31 oktober 2011. De bollen werden gerooid in 2012 op 4 juli.

Van beide cultivars werden ook bollen geplant die niet waren gekookt, maar steeds bij 20°C waren bewaard. Ook werden er controlebehandelingen geplant die wel gedurende 1 week bij 33, 36 en 38 waren bewaard maar die niet waren gekookt. Er is geen controlebehandeling van 1 week 30°C uitgevoerd.

Waarnemingen

Bij warmwaterbehandelingen kan schade aan bollen al zichtbaar zijn voor het planten. Voor het planten werden de bollen die duidelijk niet levensvatbaar waren verwijderd. In het voorjaar werd de opkomst (percentage opkomst t.o.v. het aantal geplante bollen) geregistreerd. Daarbij werd ook genoteerd welke afwijkingen er optraden, zoals afwijkende planten, bloemschade etc. In de zomer van 2012 werden de bollen gerooid en werd de opbrengst van de veldjes bepaald. De opbrengst in de tabellen is gerelateerd aan het aantal bollen waarmee de proef werd gestart. Het aantal bollen van plantgoedmaten is pas op het moment van planten bekend. Hiervan is de opbrengst bepaald ten opzicht van het aantal geplante bollen.

Tabel 1. Behandelingenschema WWB tulp, seizoen 2011 - 2012

Nummer	cultivar	rootijdstip	Voortemp (°C)	kookduur	Temperatuur (°C)	natemperatuur
1	Oscar	vroeg	1wk 30	4 uur	46	20°C
2	Oscar	vroeg	1wk 30		47	
3	Oscar	vroeg	1 wk 33		46	
4	Oscar	vroeg	1 wk 33		47	
5	Oscar	vroeg	1 wk 36		46	
6	Oscar	vroeg	1 wk 36		47	
7	Oscar	vroeg	1 wk 38		46	
8	Oscar	vroeg	1 wk 38		47	
9	Oscar	normaal	1wk 30	4 uur	46	
10	Oscar	normaal	1wk 30		47	
11	Oscar	normaal	1 wk 33		46	
12	Oscar	normaal	1 wk 33		47	
13	Oscar	normaal	1 wk 36	4 uur	46	
14	Oscar	normaal	1 wk 36		47	
15	Oscar	normaal	1 wk 38		46	
16	Oscar	normaal	1 wk 38		47	
17	Oscar	laat	1wk 30	4 uur	46	
18	Oscar	laat	1wk 30		47	
19	Oscar	laat	1 wk 33		46	
20	Oscar	laat	1 wk 33		47	
21	Oscar	laat	1 wk 36	4 uur	46	
22	Oscar	laat	1 wk 36		47	
23	Oscar	laat	1 wk 38		46	
24	Oscar	laat	1 wk 38		47	
25	Bellona	vroeg	1 wk 33	4 uur	46	20°C
26	Bellona	vroeg	1 wk 33		47	
27	Bellona	vroeg	1 wk 36		46	
28	Bellona	vroeg	1 wk 36		47	
29	Bellona	normaal	1 wk 33		46	
30	Bellona	normaal	1 wk 33		47	
31	Bellona	normaal	1 wk 36		46	
32	Bellona	normaal	1 wk 36		47	
33	Bellona	laat	1 wk 33		46	
34	Bellona	laat	1 wk 33		47	
35	Bellona	laat	1 wk 36		46	
36	Bellona	laat	1 wk 36		47	
37	Oscar	vroeg	1 wk 33	4 uur	48	20°C
38	Oscar	vroeg	1 wk 36		48	
39	Bellona	vroeg	1 wk 33		48	
40	Bellona	vroeg	1 wk 36		48	
41	Oscar	normaal	1 wk 33		48	20°C
42	Oscar	normaal	1 wk 36		48	
43	Bellona	normaal	1 wk 33		48	
44	Bellona	normaal	1 wk 36		48	
45	Oscar	normaal	1 wk 33	4 uur	47	1d 30°C daarna 20°C
46	Oscar	normaal	1 wk 36		47	1d 30°C daarna 20°C
47	Oscar	normaal	1 wk 33	4 uur	48	1d 30°C daarna 20°C
48	Oscar	normaal	1 wk 36		48	1d 30°C daarna 20°C
49	Oscar	normaal	1 wk 20	controle	-	20°C
50	Oscar	normaal	1wk 33	controle	-	
51	Oscar	normaal	1 wk 36	controle	-	
52	Oscar	normaal	1 wk 38	controle	-	
53	Bellona	normaal	1 wk 20	controle	-	
54	Bellona	normaal	1wk 33	controle	-	
55	Bellona	normaal	1 wk 36	controle	-	
56	Bellona	normaal	1 wk 38	controle	-	

2.2 Resultaten

2.2.1 Oscar, basisproef

Met de cultivar Oscar werden de meeste variabelen toegepast. In behandeling 1 t/m 24 werd deze cultivar:

- ❖ Op 3 rooidatums gerooid (vroeg normaal en laat)
- ❖ bij 4 temperaturen voorverwarmd (30, 33, 36 en 38°C)
- ❖ bij 2 temperaturen een warmwaterbehandeling gegeven (46 en 47°C)

De opbrengst is allereerst bepaald als stuks leverbaar (ziftmaat 10 en groter) en grammen plantgoed (maat onder 10). Daarna zijn deze waarden relatief gemaakt om ze makkelijker vergelijkbaar te maken. De resultaten van de behandelde leverbare bollen (LVB) staan in tabel 2a en 2b, respectievelijk zijn dat opbrengst leverbaar uit leverbaar (LVB uit LVB) en plantgoed uit leverbaar (PLG uit LVB).

De opbrengst van het behandelde plantgoed staat in tabel 2c en 2d (LVB uit PLG en PLG uit PLG). Alle cijfers zijn gerelateerd aan de opbrengst van de onbehandelde controle, bewaard bij 20°C. Deze is steeds 100. De rooidatum bleek geen invloed te hebben op de opbrengst. De uitkomsten hier zijn de gemiddelden van de 3 rooidatums.

Tabel 2a. Procentuele opbrengst LVB uit LVB geplant van de cultivar Oscar, gerelateerd aan bewaring bij 20°C constant = 100% (ef), lsd = 16, n.u. = niet uitgevoerd.

	4 uur 46°C	4 uur 47°C	controle
1wk 30	64 c	4 a	n.u.
1wk 33	96 def	41 b	102 f
1 wk 36	101 f	84 de	87 def
1 wk 38	98 def	101 f	82 d

Zowel bij plantmateriaal als bij opbrengst is er:

- PLG= plantgoed, bollen onder zift 10
- LVB= leverbaar, bollen ziftmaat 10 en groter

Tabel 2b. Procentuele opbrengst PLG uit LVB geplant van de cultivar Oscar, gerelateerd aan bewaring bij 20°C constant = 100% (cd), lsd = 27, n.u. = niet uitgevoerd.

	4 uur 46°C	4 uur 47°C	controle
1wk 30	87 bc	7 a	n.u.
1wk 33	123 def	71 b	121 def
1 wk 36	155 g	135 efg	114 cde
1 wk 38	141 efg	143 fg	117 def

Tabel 2c. Procentuele opbrengst LVB uit PLG geplant van de cultivar Oscar, gerelateerd aan bewaring bij 20°C constant = 100% (e), lsd = 16, n.u. = niet uitgevoerd.

	4 uur 46°C	4 uur 47°C	controle
1wk 30	75 bcd	45 a	n.u.
1wk 33	76 bcd	63 b	69 bc
1 wk 36	83 cd	74 bcd	76 bcd
1 wk 38	87 de	80 cd	72 bcd

Tabel 2d. Procentuele opbrengst PLG uit PLG geplant van de cultivar Oscar, gerelateerd aan bewaring bij 20°C constant = 100% (ab), lsd = 22, n.u. = niet uitgevoerd.

	4 uur 46°C	4 uur 47°C	controle
1wk 30	130 cd	89 a	n.u.
1wk 33	159 e	114 bc	114 bc
1 wk 36	165 e	165 e	128 cd
1 wk 38	148 de	156 e	131 cd

Uit de resultaten in de tabellen 2a t/m d blijkt:

- ❖ dat per voortemperatuur, een hogere temperatuur van de warmwaterbehandeling minder opbrengst geeft
- ❖ dat bij een hogere voorwarmtemperatuur de opbrengst toeneemt.

Bij de warmwaterbehandeling van 47°C is het effect van de voorwarmte het meest duidelijk zichtbaar. In tabel 2a, bijvoorbeeld, is de opbrengst significant hoger bij elke volgende temperatuur van de voorwarmte. Dit beeld is ook te zien in tabel 2b (PLG uit LVB) zij het dat hier de opbrengst na voorwarmte bij 36 en 38 weer niet statistisch verschillen. Koken bij 47°C geeft meestal een vergelijkbare of hogere opbrengst dan de controle (niet behandeld en bewaard bij 20°C), mits de voorwarmte maar hoog was. Deze conclusie geldt niet voor LVB uit PLG (tabel 2c).

Bij 46°C als temperatuur van de warmwaterbehandeling zijn de opbrengsten bij de verschillende voorwarmtes meer aan elkaar gelijk. De opbrengst neemt echter bijna altijd toe als voorwarmte bij 30 wordt vergeleken met hogere voorwarmte (tabel 2a, 2b, en 2d).

Uit deze opbrengsttabellen blijkt verder dat, ten opzichte van de controle bij 20°C, door voorwarmte er evenveel of minder stuks leverbaar (tabel 2a en 2c) en meer plantgoed (tabel 2b en 2d) worden geoogst. Overigens is in voorgaande jaren van dit onderzoek in doorteelt geen toegenomen verklustering geconstateerd. Het lijkt dus te gaan om een 1-jarig effect.

2.2.2 Oscar en Bellona, 46, 47 en 48°C

Van Oscar en Bellona zijn bollen van 2 rooidatums (vroeg en normaal) na twee voortemperaturen (33 en 36°C) behandeld in warm water gedurende 4 uur bij 3 temperaturen, te weten 46, 47 en 48°C.

Ook hiervan zijn opbrengsten aan plantgoed en leverbaar gemeten van zowel behandeld plantgoed als behandelde leverbare bollen. Deze resultaten staan in tabel 3 (opbrengst uit leverbaar) en in tabel 4 (opbrengst uit behandeld plantgoed). Als standaard is de opbrengst van de onbehandelde bollen gebruikt (bewaard bij 20 °C). Deze is op 100% gesteld.

Tabel 3. Procentuele opbrengst van leverbare maten en plantgoed uit leverbare bollen na een warmwaterbehandeling van de cultivars Bellona en Oscar, gemiddeld van de rooitijdstippen vroeg en normaal. De opbrengst (stuks leverbaar of gram plantgoed) is relatief gemaakt t.o.v. de controle (bewaring bij 20°C). Deze is steeds op 100% gesteld.

voor-warmte	WWB temp.	Bellona	Oscar	Bellona	Oscar
	(°C)	LVB uit LVB		PLG uit LVB	
1 wk 33°C	46	28 c	97 fgh	94 de	124 efg
	47	5 ab	40 cd	12 ab	68 cd
	48	0 a	4 a	0 a	6 ab
1 wk 36°C	46	50 de	92 fg	105 ef	155 g
	47	21 bc	79 ef	55 c	131 fg
	48	6 ab	64 e	37 bc	132 fg
controle 20°C		100 fgh	100 fgh	100 def	100 def
lsd		17		35	

Zowel bij plantmateriaal als bij opbrengst is er: PLG= plantgoed, bollen onder zift 10 LVB= leverbaar, bollen zift 10 en groter

Bij de bepaling van de opbrengst uit leverbaar (tabel 3) trad een aantal duidelijke effecten op.

Cultivar: Oscar verdroeg de warmwaterbehandeling beter dan Bellona. Ten opzichte van de controle (100%) was de opbrengst LVB uit LVB bij Bellona maximaal 50% (bij 46°C koken na voorwarmte bij 36°C). Oscar haalde daar en bij ander temperatuurcombinaties veel hogere percentages. Ook bij PLG uit LVB (twee meest rechtse kolommen) was er verschil. Hier was de opbrengst bij Oscar na een warmwaterbehandeling hoger dan de controle. Bellona kwam met de opbrengst maar net aan boven de controle uit.

Voortemperatuur en kooktemperatuur: De effecten van de temperatuurcombinaties lagen in de lijn van de verwachting. Een hogere kooktemperatuur gaf een afnemende opbrengst en door een hogere voorwarmte verbeterde het resultaat. Beide cultivars vertoonden dit effect, maar bij Oscar waren de opbrengstverschillen kleiner dan bij Bellona, waar de opbrengst soms al snel bijna 0% was. Bellona verdroeg koken bij 48°C dus niet goed, ondanks de hogere voortemperatuur. De opbrengst kwam niet hoger dan 6% resp. 37% t.o.v. de controle. Oscar bleek echter weer wel redelijk bestand tegen deze temperatuur, mits er een hoge voortemperatuur werd gegeven.

Tabel 4. Procentuele opbrengst van leverbare maten en plantgoed uit plantgoed bollen na een warmwaterbehandeling van de cultivars Bellona en Oscar, gemiddeld van de rootijdstippen vroeg en normaal. De opbrengst (stuks leverbaar of gram plantgoed) is relatief gemaakt t.o.v. de controle (bewaring bij 20°C). Deze is steeds op 100% gesteld.

voor-warmte	WWB temp.	Bellona	Oscar	Bellona	Oscar
	(°C)	LVB uit PLG		PLG uit PLG	
1 wk 33°C	46	31 b	80 de	84 cd	165 f
	47	15 ab	59 cd	40 b	110 e
	48	0 a	22 ab	0 a	70 c
1 wk 36°C	46	39 bc	79 de	101 de	170 f
	47	31 b	79 de	73 c	170 f
	48	24 ab	62 cd	72 c	166 f
controle 20°C		100 e	100 e	100 de	100 de
lsd		24		17	

De opbrengstresultaten van het behandelde plantgoed (tabel 4) waren gemiddeld wat beter dan van behandelde leverbare bollen.

Cultivareffecten: De opbrengst van Bellona was ook hier slechter dan die van Oscar. De aantallen leverbare bollen bleven bij Bellona steken op 24% (bij 36°C voorwarmte + 48°C kooktemperatuur) t.o.v. de onbehandelde controle, terwijl Oscar bij die combinatie nog 62% opbrengst scoorde. Gemiddeld was de opbrengst van Oscar (over al deze behandelingen) 40% hoger dan de opbrengst van Bellona. Tenslotte valt het hoge gewicht plantgoed uit plantgoed bij Oscar op. Deze cultivar geeft normaal niet veel klisters. Door de warmwaterbehandeling blijkt de verklisting in het eerste seizoen na toepassen sterk toe te nemen.

Voortemperatuur en kooktemperatuur: Wederom trad hier het effect op van verminderde opbrengst bij hogere kooktemperatuur, met verbetering van het resultaat door hogere voorwarmte. Bij Bellona neemt bij een warmwaterbehandeling van 48°C de opbrengst ineens sterk toe als er 36°C in plaats van 33°C als voorwarmte werd gegeven. De opbrengsten van Oscar (zowel LVB uit PLG als PLG uit PLG) waren na voorbehandeling bij 36°C bij de 3 kooktemperaturen statistisch gelijk.

2.2.3 Na-temperatuur

In voorgaande jaren van het onderzoek naar warmwaterbehandeling van tulpen werd geëxperimenteerd met nabehandeling gedurende 1 of enkele dagen bij 25 of 30°C direct na het koken, voordat de bollen weer bij 20°C werden bewaard. Er werd tot nu toe weinig verbetering op de opbrengst hierdoor gevonden. Wel was er soms een betere gewasstand waarneembaar, waardoor een verbeterde opbrengst mogelijk is. In dit onderzoek is daarom ook een behandeling met hogere na-temperatuur (1 dag 30°C) opgenomen met de cultivar Oscar.

Er waren slechts 4 behandelingen (2 voortemperaturen en 2 kooktemperaturen) met deze na-temperatuur, wat te weinig cijfermateriaal opleverde voor statistisch betrouwbaar verschil. Het valt echter wel op dat er stevast een hogere opbrengst tussen tot 15 en zelfs 25% werd genoteerd voor deze behandelingen met 1 dag na-warmte.

2.3 Conclusies en discussie

Dit onderzoek leverde ten aanzien van de warmtetolerantie van tulpenbollen de volgende conclusies op:

Hogere temperaturen van een warmwaterbehandeling, in de reeks 46, 47 en 48°C, geven een grotere opbrengstderving in tulpen. Door de behandeling te laten voorafgaan door een hogere voorwarmte (1 week 36 of 38°C) wordt opbrengstderving voorkomen.

- ❖ Dit effect is ook in de twee voorgaande jaren van dit onderzoek gezien. Telkens is de combinatie voortemperatuur en kooktemperatuur daarbij opgehoogd. In dit onderzoek lijkt nu de hoogst haalbare warmwatertemperatuur te zijn bereikt: 48°C. Hier komen nu zeer sterk afgenomen opbrengsten voor. Wat het maximale te accepteren verlies mag zijn hangt echter weer sterk af van de waarde van de betreffende partij. Een duur of zeldzaam soort zal men liever met veel verlies willen koken dan vernietigen.

Cultivars reageren verschillend op de warmwaterbehandeling.

- ❖ In de twee voorgaande jaren werden Oscar en Clearwater gebruikt voor dit onderzoek. Om proeftechnische redenen werd dit jaar (2011) Bellona gebruikt in plaats van Clearwater. Deze cultivar laat al eerder (bij lagere temperatuur van de warmwaterbehandeling) een verminderde opbrengst zien. Tegelijk veert die opbrengst weer enorm op als een iets hogere voortemperatuur wordt gebruikt. Ten tijde van deze rapportage werden ook al tussenresultaten bekend van het vervolgonderzoek met 8 tulpecultivars. 3 Van de 8 cultivars daarin vertonen ook sterke uitval bij de combinatie voorwarmte bij 33°C gevolgd door koken bij 48°C. De uitval is ook daar vervolgens weer sterk minder bij een voorwarmte van 36°C. Het onderzoek met meer cultivars is daarom ook een zeer interessant vervolg.

Tulpen verdragen 48°C na 36°C als voortemperatuur

- ❖ de opbrengst van deze bollen neemt echter, soortafhankelijk, af. Gezien de resultaten lijkt 48°C als temperatuur voor warmwaterbehandeling van tulpen het maximum te zijn.

Na-temperatuur kan een gunstig effect hebben op de opbrengst.

- ❖ In voorgaand onderzoek was er geen of weinig effect van na-temperatuur. Wel was er in het tweede proefjaar een betere stand op het veld van tulpen die met na-warmte waren behandeld. Hiervan zou je een betere opbrengst kunnen verwachten. De nu gevonden meeropbrengst 15 tot 25% was binnen de gekozen proefopzet niet significant. De waarneming blijft echter interessant voor verder onderzoek.

3 Aaltjesdoding door middel van warmwaterbehandeling in tulpen

3.1 Materiaal en methode

Uit een perceel met door stengelaaltje besmette tulpen werden bollen verzameld van planten met symptomen. De bollen werden na rooien bij 30°C bewaard. Na 1 week werden de bollen voorgeweekt gedurende 24 uur. De bollen worden daartoe 4 uur ondergedompeld in water, waarna ze druipt nat worden ingepakt in plastic en weer gedurende 20 uur in de cel bij 30°C werden geplaatst. Na het voorweken kregen de bollen een warmwaterbehandeling gedurende 4 uur bij 47 of 48°C. Na de warmwaterbehandeling werden de bollen snel gedroogd en in een quarantaineruimte bewaard bij 20°C.

De proef werd uitgevoerd in 2 keer 3 herhalingen van elk 15 bollen. 3 Herhalingen werden na 25 dagen op overlevende aaltjes onderzocht. 3 Andere herhalingen werden 4 maanden na het koken op levende aaltjes onderzocht. Hiervoor werd de zogenaamde mistkamer methode gebruikt. Ter controle op de proef werden 2 keer 3 herhalingen van 15 bollen niet behandeld, maar bij 20°C bewaard. In tabel 5 wordt het hierboven beschreven behandelingschema weergegeven.

Tabel 5. Behandelingschema voor de warmwaterbehandeling van aaltjeszieke tulpenbollen.

Nummer	voorbereiding	voorweken	koken	kooktemp	mistkamer
1	1wk30	4+20 uur	4 uur	47 °C	na 25 dagen
2	"	"	"	47 °C	na 4 maanden
3	"	"	"	48 °C	na 25 dagen
4	"	"	"	48 °C	na 4 maanden
5	1 wk 20	niet		controle	na 25 dagen
6	1 wk 20	niet		controle	na 4 maanden

Behandeldata:

- ❖ 14 juni 2011 rooien
- ❖ 15 tot 22 juni voorwarmte bij 30°C
- ❖ 22 tot 23 juni voorweken
- ❖ 23 juni warmwaterbehandeling uitgevoerd
- ❖ Eind juli eerste serie bepaling overleving aaltjes
- ❖ November tweede serie bepaling overleving aaltjes

3.2 Resultaat

Bij de waarnemingen in juli en november werden in en op de bollen die een warmwaterbehandeling hadden ondergaan (behandelingen 1 t/m 4) geen levende aaltjes aangetroffen zie tabel 6. In de onbehandelde controles 5 en 6 waren wel levende aaltjes aanwezig. In tabel 7 staat hiervan een overzicht.

Tabel 6 Aantallen aaltjes per behandeling volgens het schema in tabel 5.

Behandeling	Telling in juli (beh. 5)
1. 4 uur 47°C, geteld in juli	0
2. 4 uur 48°C, geteld in november	0
3. 4 uur 47°C, geteld in juli	0
4. 4 uur 48°C, geteld in november	0
5. Controle, geteld in juli	9409
6. Controle, geteld in november	1627

Tabel 7. Overzicht van aantallen bollen met aantallen aaltjes op twee telmomenten van de onbehandelde bollen (controlebehandelingen 5 en 6).

	Telling in juli (beh. 5)	Telling in november (beh. 6)
Totaal aantal bollen	45	45
Aantal bollen met:		
➤ 0 aaltjes	5	20
➤ 1 tot 6 aaltjes	7	11
➤ 7 tot 600 aaltjes	12	5
➤ 601 tot 25000 aaltjes	15	9
➤ 25000 en meer aaltjes	6	0
gemiddeld	9409	1627
hoogste aantal in een bol	110160	23670

Uit het overzicht in tabel 7 blijkt dat de aantallen aaltjes in de tweede testronde lager waren dan in de eerste testronde. Zowel het aantal bollen met levende aaltjes als het aantal aaltjes per bol was lager in november dan bij de telling in juli.

3.3 Conclusie en discussie

Na een warmwaterbehandeling van 4 uur 47 en 4 uur 48°C worden stengelaaltjes in de bol volledig bestreden.

Er wordt aangenomen dat aaltjes in tulpen zich tijdens de bewaring vermeerderen. Zodoende zouden er in een langer bewaarde bol meer aaltjes kunnen worden aangetroffen. Uit de tellingen van de bollen in de controlebehandeling van deze proef blijkt dit echter in deze proef niet zo te zijn.

4 Aanbevelingen voor verder onderzoek

4.1 Temperatuurtolerantie

Warmwaterbehandeling is op dit moment nog iet aanvaard als alternatief voor het vernietigen van partijen tulpen. De resultaten van het onderzoek bieden hier echter wel uitzicht op. Vooruitdenkend aan de toepassing van warmwaterbehandeling als maatregel ter bestrijding van tulpenstengelaaltjes in tulpen is er nog wel een aantal vragen dat onderzocht moet worden.

- ❖ Er is meer kennis nodig van de reactie van het sortiment tulpen op warmwaterbehandeling. Het lijkt aannemelijk dat er verschillen zullen zijn in mate van warmtetolerantie binnen het sortiment. Cultivars met vroege bloemaanleg (o.a. Strong Gold) zullen zeker moeten worden getest. In het voorjaar van 2012 is dit idee al gehonoreerd met vervolgonderzoek, hetgeen resulteerde in een test met 8 cultivars.
- ❖ De robuustheid van het behandelprotocol zal moeten worden getest in een op praktijkschaal uitgevoerde proef. De ervaring leert dat een geslaagde kookproef op kleine (laboratorium-) schaal nog niet direct ook werkt in de praktijk. Er kan gebruik worden gemaakt van veel ervaringen met lelie en narcis en de daarbij gebruikte apparatuur.
- ❖ Kennisbehoefte over zuur (infectie door *Fusarium oxysporum*) na warmwaterbehandeling. Bij de start van het project werd gevreesd dat de bollen na warmwaterbehandeling direct door zuur zouden worden aangetast. De proeven zijn in het begin dan ook uitgevoerd met een ontsmettingsmiddel in het kookbad. Na het 1^e jaar werd dat niet meer toegepast. In alle proeven tot nu toe is er echter nooit sprake geweest van serieuze aantasting door zuur. Daarvoor is nog geen sluitende verklaring gevonden. Een mogelijke verklaring zou de volgende kunnen zijn. De bij warmwaterbehandeling gebruikte temperaturen zijn niet hoog genoeg om fusariumsporen te doden. Er kan echter kieming optreden tijdens de 24 uur voorweken (*Fusarium* kiemt in 16 uur). De gekiemde sporen zijn veel gevoeliger en worden mogelijk toch gedood bij temperaturen tussen 45 en 48°C.
Bij opschalen van kookproeven met tulpen zou zuur wel een probleem kunnen worden doordat volle kisten een langere droogtijd nodig hebben na de warmwaterbehandeling.
- ❖ De mogelijkheid van koken direct na rooien moet worden onderzocht. In de praktijk is een warmwaterbehandeling erg tijdrovend en zijn er veel logistieke problemen. Door direct na het rooien te behandelen zouden voorwarmte en bevochtigen kunnen worden overgeslagen. In de narcisteelt vindt deze werkwijze opgang. Er is bij deze werkwijze wel meer risico op uitval, wat weer sterk afhankelijk is van de temperatuur in de grond kort voor rooien. Warmwaterbehandeling direct na rooien gebeurt bij een lagere temperaturen en heeft een kortere behandelduur. Voorwaarde is in ieder geval, dat stengelaaltjes bij de gekozen tijdsduur en temperatuur volledig worden gedood.

4.2 Aaltjesdoding

Er wordt vanwege de Q-status van het stengelaaltje in tulp een zeer strenge eis gesteld aan het resultaat van een warmwaterbehandeling. De aaltjes in een partij moeten voor 100% worden gedood. Wil deze werkwijze in tulp in de toekomst kans van slagen hebben dan zal er meer bewijs van deze 100% doding moeten worden geleverd.

- ❖ Het is wenselijk om de proeven m.b.t. aaltjesdoding te herhalen met een groter aantal partijen aangetaste tulpen. Dit heeft vooral als doel om mogelijke verschillen in warmtetolerantie van aaltjes op te sporen. Het vermoeden van verschil in warmtegevoeligheid van aaltjes komt uit de praktijkervaring bij narcissen waar sprake van overleving blijkt te zijn na goed toegepaste warmwaterbehandeling bij 4 uur 47°C, wat zou kunnen duiden op adaptatie door het aaltje.
In het voorjaar van 2012 is dit idee al gehonoreerd met vervolgonderzoek. Intussen zijn 8 herkom-

sten van besmette tulpen in behandeling geweest.

- ❖ Onderzoek naar de doding van aaltjes bij behandelingen met hoge voortemperatuur. We verwachten dat bij een hogere voortemperatuur, die nodig is om kookschade te voorkomen, de doding van stengelaaltjes minder effectief is. Daarom is het noodzakelijk om vast te stellen bij welke combinatie van voortemperatuur en kooktemperatuur 100% doding van stengelaaltjes plaatsvindt.
- ❖ Als de methode van koken direct na rooien (zie 4^e punt in § 4.1) wordt onderzocht, dan zal ook van die methode de effectiviteit van aaltjesdoding bekend moeten zijn.

5 Literatuur

- Dam, M.F.N. van 2010, Warmwaterbehandeling bij tulp : Onderzoek naar de temperatuurtolerantie van tulpenbollen i.v.m. de mogelijkheden van warmwaterbehandeling tegen stengelaaltjes. Lisse : PPO Bloembollen, Boomkwekerij en Fruit, (PPO-rapport)
- Dam, M.F.N. van; Haaster, A.J.M. van, 2011, Warmwaterbehandeling van tulp 2011: Voortgezet onderzoek naar de temperatuurtolerantie van bollen i.v.m. de mogelijke toepassing van warmwaterbehandeling tegen stengelaaltjes in tulp. Lisse : PPO Bloembollen en Bomen, (PPO-rapport).
- Hanks G.R., 1995, Prevention of hot-water treatment damage in narcissus bulbs by pre-warming. *Journal of Horticultural Science*. 70(2): 343-355. 1995
- Norris, I. K. and Lane, A., 1983, Screening of tulip varieties for susceptibility to hot water treatment damage. Tests of agrochemicals and cultivars, 4. *Annals of Applied Biology*: 144 P34-35.
- Qiu, J.; Westerdahl, B. B.; Giraud, D.; Anderson, C. A., 1994, Institution Department of Nematology, University of California, Davis, CA 95616, USA. Evaluation of hot water treatments for management of *Ditylenchus dipsaci* and fungi in daffodil bulbs. *Journal of Nematology*. 1994. 25: 4, 686-694. 31 ref
- Slootweg, A. F. G., 1963, Hot-water treatment for narcissus. *Weekblad voor Bloembollencultuur*. 1963. 74: 66,
- Vreeburg, P. J. M., 1978, Warm water treatment for control of stem nematode on narcissus. [Dutch] Warmwaterbehandeling ter bestrijding van stengelaaltjes bij narcis. *Journal Article, Bloembollencultuur, The Netherlands*. 1978. 88: 50, 1248.